Messungen der Funkenkonstanten in Luft, Chlor, Brom- und Joddämpfen bei verschiedenen Drucken.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät der Universität Rostock

vorgelegt von

Ernst Valentin

aus Berlin.

BERLIN.

DRUCK VON LEONHARD SIMION NF.

1910.

Referent: Prof. Dr. Heydweiller.

Inhalt.

Seite

§ 1. Zweck der Arbeit.
Bestimmung der 1. Funkenkonstante für verschiedene Gase 5
§ 2. Apparate und Versuchsanordnung 7
§ 3. Versuche in normaler und verdünnter atmosphärischer Luft . 14
§ 4. Versuche mit einer Funkenstrecke in den Gasen der Halogene 18
Brom 18
Jod 21
Chlor 25
§ 5. Vergleichung der Resultate 27
§ 6. Zusammenfassung 34
Schaubilder No. 1—8 36

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551526_0019

§ 1.

Zweck der Arbeit. Bestimmung der 1. Funkenkonstante für verschiedene Gase.

Von J. Koch ist der Nachweis erbracht worden, daß die Charakteristik der Funkenentladungen übereinstimmt mit derjenigen der Glimmentladungen. Während die Beziehungen zwischen Spannung und Strom bei metallischen und elektrolytischen Leitern für konstanten Strom durch eine Konstante, den Widerstand, festgelegt werden können, sind bei Gasstrecken zwei Konstanten nötig. Die von Koch[1]) hierfür aufgestellte Gleichung lautet:

$$v = a + \frac{b}{i},$$

in der v die Spannung an den Elektroden und i die Stromstärke darstellt. Die Funkenkonstante a ist für die Verhältnisse der Funkendämpfung, deren Kenntnis von besonderer Wichtigkeit ist, maßgebend.

Über die Konstanten a und b dieser Gleichung ist noch verhältnismäßig wenig bekannt. Die veröffentlichten Arbeiten beziehen sich nur auf Funkenstrecken in atmosphärischer Luft unter normalen Drucken. Herr Professor Heyd-

---

[1]) J. Koch, Den Elektriska Guistan, Upsala 1904; Ann. d. Phys. **15** p. 865. 1904.

weiller,[1]) dem ich die Anregung zu dieser Arbeit verdanke, hat nun eine experimentelle Methode, die bei den vorliegenden Versuchen benutzt wurde, angegeben, um auch bei anderen Drucken und bei anderen Gasen als Luft die Konstanten bestimmen zu können. Außerdem hat Heydweiller fünf weitere Methoden zur Bestimmung von a und b vorgeschlagen.

In der fünften dieser Methoden benutzt er die für das End- oder Restpotential bestehende Gleichung:

$$v_r - a = 2\sqrt{br},$$

in der v_r das Restpotential selbst und r den Widerstand bedeuten. Für die Funkenkonstante a ergibt sich hieraus:

$$a = v_r - 2\sqrt{br}.$$

Wenn nun der Widerstand r so eingerichtet wird, daß die Beziehung

$$r = \angle 2\sqrt{\frac{p}{c}}$$

erfüllt ist, worin p die Selbstinduktion und c die Kapazität bedeutet, so beträgt das letzte Glied $2\sqrt{br}$ obiger Gleichung nur einige wenige Prozent von v_r. Es kann mithin die Funkenkonstante a durch Bestimmung des Restpotential v_r festgelegt werden.

Die vorliegenden Versuche beziehen sich auf die Konstante für schwache Funken bei einfacher (nicht oszillierender) Kondensatorentladung. Für starke Funken oszillierender Entladung werden die Werte der Konstante a nach Versuchen von Herrn Kamerase im hiesigen Institut unter sonst gleichen Umständen bedeutend kleiner.

---

[1]) A. Heydweiller, Ann. d. Phys. **19** p. 649. 1906.

§ 2.

Apparate und Versuchsanordnung.

Um bei der Messung der nach dem Funkenübergang im Kondensator zurückgebliebenen Elektrizitätsmenge nicht von der Rückstandsbildung im Dielektrikum des Kondensator beeinflußt zu werden, war es nötig, einen möglichst rückstandsfreien Kondensator zu verwenden. Leydener Flaschen kamen nicht in Betracht, da bei ihnen bekanntlich ein erheblicher Teil der Ladung in das Dielektrikum zu kriechen und erst nach der Entladung in Form von Rückstand wieder in Erscheinung zu treten pflegt.

Besonders geeignet dagegen für diesen Zweck sind Luftkondensatoren. Sie wurden u. a. von Trowbridge und Sabine,[1]) M. Wien[2]) und Busch[3]) benutzt. Diese Kondensatoren hatten zylindrische Form und hatten in atmosphärischer Luft nur eine verhältnismäßig sehr geringe Kapazität. Die Verwendung von Kondensatoren mit Preßluft nach dem D. R. P. 171 117 von Fessender und Wien dagegen erfordert recht teure und komplizierte Apparate.

Es wurde daher im vorliegenden Falle der Aufbau eines besonderen Luftkondensators beschlossen. Seine Konstruktion hat sich durchaus bewährt, und die Kosten seiner Herstellung waren nur mäßige. Der Apparat ist in Abbildung 1 und 2 dargestellt. Es wurden 25 Platten von 1 qm Fläche aus 0,3 mm Zinkblech hergestellt. Von diesen Platten wurden 13 mit den Diagonalen in horizontaler und senkrechter Richtung

---

[1]) Trowbridge und Sabine, Phil. Mag. Ser. 5, Vol. 30, p. 325. 1890.

[2]) Max Wien, Ann. d. Phys. **29** p. 679. 1909.

[3]) Busch, Wied. Ann. **59** p. 595. 1896.

und die übrigen 12 mit der Kante parallel zur Wagerechten aufgehängt. Zwischen je eine der schräggestellten kam eine gerade Platte. Die Platten waren zur Erzielung größerer Steifigkeit am Rande um 2,5 mm starken Eisendraht gebörtelt.

Auf zwei starken Holzböcken A und B waren drei Gasrohre C_1, C_2, C_3 aufgelegt, welche die 13 Platten aufnahmen. Ferner waren auf den Böcken Gasrohre D_1 und D_2 angebracht

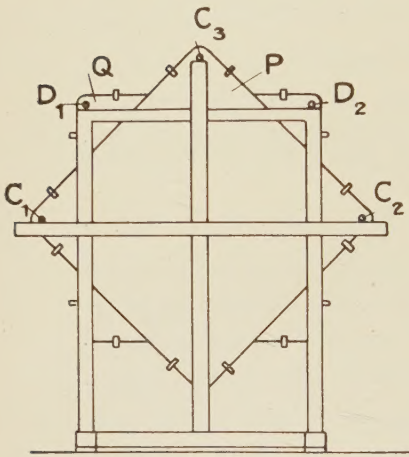


Abbildung 1.

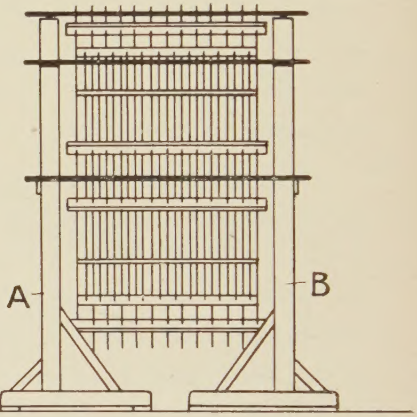


Abbildung 2.

zur Aufnahme der anderen Platten Q. Die Platten P wurden durch einen Draht an die Wasserleitung angeschlossen und so geerdet, die Platten Q dagegen waren zum Zwecke der besseren Isolierung noch durch besondere den Gasrohren D_1 und D_2 untergelegte paraffinierte Holzklötze und Glasstäbe von den Böcken getrennt. Um zu verhindern, daß die positiven und negativen Platten im geladenen Zustande einander anziehen, wurde jede Plattenreihe mit je acht Holzkämmen versteift, wodurch ein Ausgleich der etwa durch Ungleichheiten in den Platten ermöglichten Annäherung erreicht wurde.

Durch die eigenartige Verdrehung der geerdeten Platten den isolierten gegenüber kommt bei einem solchen Kondensator nicht die ganze Fläche der Platten zur Geltung, sondern nur $\sim 81\ \%$. Die vier kleinen überragenden Dreiecke jeder Platte vom Flächeninhalte $\frac{a^2}{2}(\sqrt{2}-1)$ (a die Seitenlänge der Platten) können für die Kapazitätsbestimmung nicht mitgerechnet werden.

Als geeignetster Plattenabstand wurde 6 cm von Mitte bis Mitte Platte angenommen, und der Kondensator nunmehr auf seine Kapazität gemessen. Hierzu wurden die isolierten Platten an den Strom der städtischen Leitung angeschlossen, und die den Kondensator ladende Elektrizitätsmenge mit einer Wippe durch ein ballistisches Galvanometer (Hartmann und Braun) entladen. Das Galvanometer war zuvor durch ein Westonsches Normal-Element und eine Normal-Kapazität geaicht worden.

Die Kapazität des Kondensators ergab sich hiermit zu

0,00653 Mfarad.

Der Kondensator konnte bei trockener Witterung bis zu einer Spannung von $\sim 19\,000\ V$ aufgeladen werden, darüber hinaus erfolgten Entladungen zwischen den Platten durch die Luft hindurch.

Die für die Messungen benutzte Schaltung der einzelnen Apparate ist aus Abbildung 3 zu erkennen. A stellt den Luftkondensator dar, von dem eine gut isolierte Drahtleitung zu dem Liphartschen Fallschlüssel [1]) B führt. Im Nebenschluß zu dieser Leitung liegt ein Heydweillersches Spiegelelektrometer C, um die im Kondensator vorhandene

[1]) v. Liphart, Pog Ann. 116 p. 513 1862.

Spannung anzuzeigen. Vom Fallschlüssel B aus führt eine Leitung zu der H o l t z schen Influenzmaschine D, eine zweite Leitung zu dem Galvanometer E, das im Nebenschluß zu dem Widerstandskasten F liegt. Die Hauptleitung ist ebenso wie die Leitung der geerdeten Platten des Kondensators an die Wasserleitung geführt.

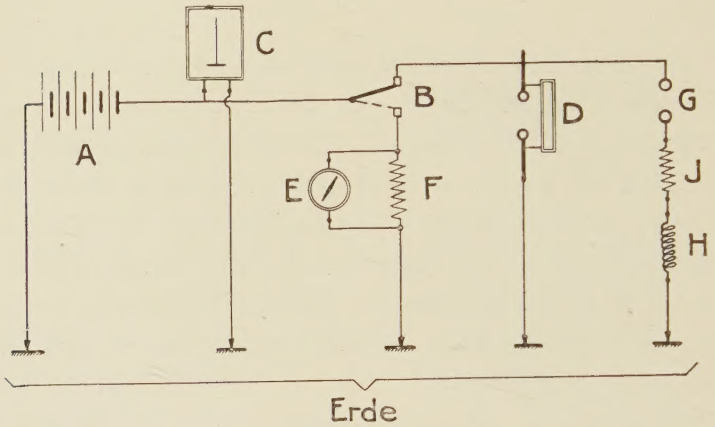


Abbildung 3.

Von der Elektrisiermaschine D geht eine Zweigleitung zu der Funkenstrecke G, deren Erdleitung die Selbstinduktionsspule H und den induktionsfreien Widerstand J aus Manganindraht enthält. Schließlich ist noch der andere Pol der Influenzmaschine auch zur Erde abgeleitet. Der Ausschlag des Elektrometer C wurde durch ein Fernrohr, das Galvanometer durch ein zweites dicht daneben befindliches, am Instrument selbst angebrachtes Fernrohr beobachtet.

Der Fallschlüssel B war so ausgeführt, daß die vom Kondensator kommende Leitung mit dem durch eine Bleikugel beschwerten Hammer verbunden war. Wenn der Hammer sich oben befand, so stellte er den Kontakt mit der Influenz-

maschine her. In der unteren Stellung dagegen, also nach dem Herabfallen, lag er auf einer anderen Kugel auf, die mit der zum Galvanometer führenden Leitung verbunden war. Zur Isolation war der Fallschlüssel auf vier Stäben aus Jenenser Isolierglas aufgebaut, außerdem aber waren sowohl die Zugschnüre des Fallwerkes, als auch alle sonstigen Verbindungen sorgfältig paraffiniert.

Die Beobachtungen wurden nun folgendermaßen vorgenommen. Mit der rechten Hand wurde die Elektrisiermaschine langsam gedreht, mit der linken der Faden des Fallwerkes gehalten. Hierbei wurde der Elektrometerausschlag durch das Fernrohr beobachtet. Sobald der Funken die Funkenstrecke durchbrach, ein Moment, der entweder durch das Geräusch oder die plötzliche Abnahme des Elektrometerausschlages genau abgepaßt werden konnte, ließ man den Hammer des Fallwerkes fallen. Hierdurch wurde die Verbindung des Kondensators mit der Influenzmaschine unterbrochen, und die im Kondensator zurückgebliebene Elektrizitätsmenge konnte nunmehr zur Erde abfließen. Sie wurde hierbei durch das im Nebenschluß zu der Erdleitung liegende Galvanometer, dessen Ausschlag durch das Fernrohr beobachtet wurde, gemessen.

Der etwa gegen diese Methode zu erhebende Einwand,[1]) daß der Beobachter nicht imstande wäre, die Verbindung des Kondensators mit der Elektrisiermaschine genügend schnell im Momente des Funkenüberganges aufzuheben, ist wenigstens bei kleinen Funkenstrecken, bei denen ein langsames Drehen der Influenzmaschine genügt, nicht stichhaltig. Vielmehr ergab sich nach einiger Übung eine gute Gleichmäßigkeit in den beobachtenden Werten. Es fand auch der Übergang des

[1]) A. Busch, Wied. Ann. **59** p. 595. 1896.

Funkens mit ziemlicher Genauigkeit stets bei derselben Stellung des Elektrometers statt, wenigstens bei Funkenstrecken unter 5 mm.

Über die einzelnen benutzten Apparate ist folgendes zu bemerken: Das Heydweillersche Spiegelelektrometer [1]) wurde unter Benutzung der von Heydweiller und Paschen angegebenen Tabelle für die Funkenspannung bei verschiedenen Funkenstrecken geaicht. Für die zu messende Spannung ergab sich für einen Ausschlag n die Spannung

$$v = 1400 \sqrt{n}.$$

Da die angegebenen Werte für normale Temperatur und normalen Barometerstand gelten, mußte entsprechend der jeweiligen Zimmertemperatur und dem herrschenden Barometerstande bei der Aichung eine Korrektion der Werte vorgenommen werden.

Das Galvanometer E (Hartmann und Braun, Frankfurt a. M.) wurde mit einem Weston-Normalelement unter Zuhilfenahme einer Normalkapazität und einer Wippe geaicht. Das Galvanometer lag hierbei ebenso wie bei der Hauptschaltung im Nebenschluß zu 4000 Ω. Es ergab sich hierbei

$$1{,}019 \text{ Mcoulomb} = 15{,}5 \text{ p}$$

$$1 \text{ Mcoulomb} = \frac{15{,}5}{1{,}019} \text{ p}$$

oder

$$1 \text{ p} = \frac{1{,}019}{15{,}5} \text{ Mcoulomb},$$

A. Heydweiller, Zeitschr. f. Instrum. **12** p. 377. 1892.

woraus sich bei Berücksichtigung der Kapazität des Luftkondensators von 0,00653 Mfarad die Restspannung des Kondensators für 1 p Ausschlag

$$\frac{1{,}019}{15{,}5 \cdot 0{,}00653} = 10{,}0 \ V$$

ergibt.

Zur Herstellung des in der Erdleitung der Funkenstrecke befindlichen induktionsfreien Widerstandes wurde ein Holzbrett genommen und im Zickzack mit Manganindraht besponnen. Die Stärke des Drahtes betrug 0,06 mm, der Widerstand eines Meters $\sim$ 130,5 Ω. Der gesamte Widerstand des nahezu induktionsfreien Drahtes ergab sich zu 2400 Ω.

Die Funkenstrecke wurde von zwei Kugeln aus Messing (1,6 cm Durchmesser) als Elektroden gebildet. Sie waren durch Glasstäbe von 111 cm Länge von dem metallischen Untergestell des Apparates getrennt. Eine Elektrode war fest, die andere vermittels einer Mikrometerschraube verstellbar.

Die Selbstinduktionsspule wurde ebenfalls in die Erdleitung der Funkenstrecke eingeschaltet. Die Spule hatte eine Selbstinduktion von 0,01 Henry. Rechnerisch ergab sich daher der sogenannte Grenzwiderstand für den Übergang der oszillierenden in die einfache Entladung

$$r = 2\sqrt{\frac{p}{c}} = 2\sqrt{\frac{0{,}01}{6{,}53 \cdot 10^{-9}}}$$

$$= 2470 \ \Omega.$$

Sämtliche späteren Messungen wurden einmal mit und einmal ohne Selbstinduktionsspule, d. h. bei verschiedener Maximalstromstärke vorgenommen, um über den Einfluß der Stromstärke auf die Funkenkonstante etwas zu erfahren, da bekanntlich bei kleiner Selbstinduktion die Dämpfung größer und die maximale Stromstärke kleiner wird.

§ 3.

Versuche in normaler und verdünnter atmosphärischer Luft.

Die in den folgenden Tabellen aufgeführten Werte wurden aus einer Reihe von Messungen als Durchschnittswerte ermittelt. Die ersten Funkenübergänge konnten für die Messungen nicht verwendet werden, weil das Anfangsentladungspotential erst nach einer Reihe von Entladungen konstant wird, eine Beobachtung, die auch von anderen Seiten schon mehrfach gemacht worden ist.[1]) Die beste Gleichmäßigkeit in den Werten ließ sich erreichen, wenn man die Elektrisiermaschine kurz vor der Entladungsspannung ganz langsam drehte. Hierzu wurde die Kurbel der Maschine durch eine Scheibe ersetzt, die der Hand ein leichteres Nachfassen gestattete. Im Sommer stellten sich die bei den Holtzschen Influenzmaschinen bekannten Störungen ein, die sich hier auch bei dem Kondensator bemerkbar machten. Seine sonst recht gute Isolation versagte nämlich schon bei Spannungen von etwa 9000 *V*. Es war daher nötig, den Raum, in dem sich die ganze Meßanlage befand, zu heizen und ihm einer gleichmäßigen Temperatur von 20—25° auszusetzen. Hierdurch waren die Störungen behoben.

Um einen Überblick über die Messungen zu geben, aus denen die Durchschnittswerte ermittelt wurden, sind die folgenden Tabellen als Beispiel ausführlich wiedergegeben. In der ersten Kolonne ist die Länge der Funkenstrecke angegeben. Die zweite und dritte Kolonne enthalten die Ausschläge von Elektrometer und Galvanometer mit Selbstinduktion in der Leitung der Funkenstrecke, die vierte und fünfte ohne Selbstinduktion.

---

[1]) F. Paschen, Wied. Ann. **37** p. 76.

Diese Werte wurden mit Hilfe der oben angeführten Konstanten 1 p = 10,0 *V* auf Volt reduziert (letzte Zeile der Tabellen).

Datum 11. V. 09. Barometer 764,8. Thermometer 17,2 °.
p = 0,01 Henr. r = ∼ 2400 Ω.
Entfernung der Elektroden = (1. Kolonne der Tabelle).

Funkenstrecke	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Elektrometer	Galvanometer	Elektrometer	Galvanometer
1 mm	9,8	26,8	9,9	37,9
	9,8	31,3	9,9	42,0
	9,9	27,2	9,8	38,0
	10,0	28,6	9,8	37,5
	9,9	27,8	9,9	35,9
Durchschnittlich. Ausschlag	9,9	28,3	9,9	38,3
In *V*	4500	285	4500	385
2 mm	33,0	35,9	33,9	48,0
	33,2	35,0	33,0	47,2
	32,9	36,0	33,1	45,5
	33,9	35,2	33,1	43,9
	32,6	34,9	32,9	44,3
Durchschnittlich. Ausschlag	33,1	35,4	33,2	45,8
In *V*	8250	356	8260	460

Die so für die einzelnen Funkenstrecken erhaltenen Mittelwerte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Da zwischen 3 und 4 mm Funkenstrecke ein starker Sprung der Werte für das Restpotential eintrat, wurden die Messungen auch für 3½ mm Funkenstrecke vorgenommen.

Funkenstrecke	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Anfangspotent.	Restpotential	Anfangspotent.	Restpotential
1 mm	4 500 *V*	285 *V*	4 500 *V*	385 *V*
2 -	8 250 -	365 -	8 250 -	460 -
3 -	11 500 -	495 -	11 500 -	580 -
3,5 -	13 300 -	570 -	13 300 -	660 -
4 -	14 800 -	800 -	14 800 -	950 -

Für eine sehr kleine Funkenstrecke würden sich daraus die Werte 250 *V* mit Selbstinduktion und 350 *V* ohne Selbstinduktion durch Extrapolation ergeben. Bemerkenswert ist das stark beschleunigte Anwachsen des Restpotential bei einer Funkenstrecke über $3\frac{1}{2}$ mm. Es scheint, daß die Versuchsanordnung hierfür nicht mehr ausreicht, da die Elektrisiermaschine zur Erreichung der hohen Spannung zu schnell gedreht werden mußte. Die Werte für Funkenstrecken über $3\frac{1}{2}$ mm müssen daher als nicht zuverlässig fortgelassen werden.

Um die Abhängigkeit der Funkenkonstanten vom Druck festzustellen, wurden weiter auch Messungen in verdünnter Luft vorgenommen. Der hierbei benutzte Apparat wird später bei den Versuchen mit den Halogenen näher besprochen werden. Die Messungen wurden in zwei Reihen mit verschiedenen Funkenstrecken angestellt und zwar für Verdünnungen von 3—19 cm Quecksilberdruck mit einer Funkenstrecke von $\sim$ 11 mm und für Verdünnungen von 20—50 cm mit einer Funkenstrecke von $\sim$ 5,7 mm. Die gefundenen Werte des Entladungspotential kann man als etwas zu niedrig ansehen, weil die Glasröhre, von der bei dieser Anordnung die Funkenstrecke umgeben ist, das Anfangspotential des Funkenüberganges erniedrigt, eine Erscheinung, auf die bereits Paschen[1]) aufmerksam gemacht hat.

In den folgenden Tabellen sind die bei verschiedenen Graden der Verdünnung gefundenen Werte angegeben. Abweichend von der früheren Tabelle sind hier besondere Zahlen für die Anfangspotentiale mit und ohne Selbstinduktion eingesetzt worden, weil kleinere Unterschiede in der Stärke der Luftverdünnung beim Auspumpen unvermeidlich waren. Vergleicht man die Werte für die Anfangspotentiale mit den

[1]) F. Paschen, Wied. Ann. **37** p. 76. 1889.

von Orgler[1]) angegebenen Beziehungen, so findet sich eine ziemliche Übereinstimmung.

Der Gasdruck ist in den folgenden Tabellen immer in cm Hg-Druck angegeben.

Datum 25. V. 09. Thermometer 17,25 °.
p = 0,01 Henr. r = 2400 Ω.
Entfernung der Elektroden = 10,95 mm.

Grad der Verdünnung	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Anfangspotent.	Restpotential	Anfangspotent.	Restpotential
3 cm	3400 V	415 V	4250 V	480 V
7 -	5850 -	435 -	5400 -	520 -
11 -	7250 -	530 -	7500 -	570 -
15 -	8850 -	570 -	8750 -	630 -

Datum 9. VI. 09. Thermometer 21,25 °.
p = 0,01 Henr. s = ∞ 2400 Ω.
Entfernung der Elektroden = 5,7 mm.

Grad der Verdünnung	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Anfangspotent.	Restpotential	Anfangspotent.	Restpotential
20 cm	6200 V	620 V	6000 V	705 V
25 -	7500 -	670 -	7150 -	750 -
30 -	8400 -	690 -	8300 -	760 -
35 -	9650 -	710 -	9700 -	765 -
40 -	10500 -	740 -	10750 -	780 -
45 -	11150 -	750 -	11300 -	785 -

Die Zahlen von Orgler verglichen mit den von mir gefundenen Mittelwerten ergeben folgende Aufstellung:

25	35	45	55 cm Luftverdünnung
400	527	651	770 Werte von Orgler
400	529	620	— meine Mittelwerte

[1]) Orgler, Ann. d. Phys. **1** p. 164. 1900.

§ 4.

Versuche mit einer Funkenstrecke in den Gasen der Halogene.

Bei den folgenden Untersuchungen, bei denen die Funkenstrecke in Brom, Jod oder Chlorgasen lag, stellten sich im Laufe der Arbeit mannigfache Schwierigkeiten heraus. Zunächst ist die Herstellung der Gase selbst nicht einfach. Es muß vermieden werden, daß sich bei ihrer Entwickelung atmosphärische Luft beimengen könne, und auch Feuchtigkeit fern gehalten werden, damit sich kein Wasserdampf in dem Raume der

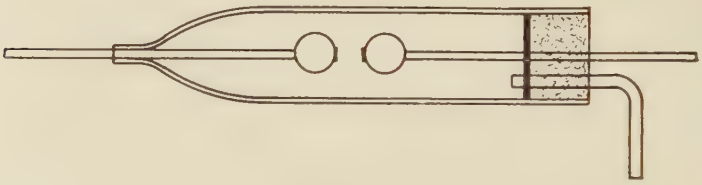


Abbildung 4.

Funkenstrecke befinde. Brom konnte in chemisch reiner Form in flüssigem Zustande bezogen werden, ebenso Jod in festem Zustande, Chlor dagegen mußte erst besonders entwickelt werden.

Beim Brom[1]) wurden die Elektroden in eine Glasröhre eingeschmolzen oder mit Korken befestigt (Abbildung 4). In das Innere der Röhre führte ein Rohr, das sich außen in zwei Teile abzweigte, von denen jeder durch einen besonderen Hahn verschließbar war. Der eine Rohrzweig wurde an eine Quecksilberluftpumpe angeschlossen, der andere führte zu einer großen Flasche, die ebenfalls durch einen Hahn verschlossen werden konnte.

[1]) Ritter, Funkenpotentiale in Brom, Chlor und Luft, Ann. **14** p. 118. 1904.

Es wurde eine kleine Menge flüssigen Broms in ein dünnwandiges Glasröhrchen [1]) gebracht und dieses zugeschmolzen. Diese kleine Brombombe wurde in die Flasche gelegt und die Apparate wurden dann evakuiert. Hierauf wurde der zur Luftpumpe führende Hahn geschlossen, und die Bombe durch Schütteln der Flasche zum Platzen gebracht. Bei Wiederholung der Versuche mußten die Apparate und Leitungen vor der Herstellung der Verbindung mit der Luftpumpe längere Zeit an eine Wasserstrahlpumpe angelegt werden, weil selbst eine Spur von Brom genügte, um mit dem Quecksilber der Luftpumpe in Reaktion zu treten und diese unbrauchbar zu machen.

In dem Apparate mit der Funkenstrecke zeigte sich bald der Übelstand, daß die Elektroden vom Brom stark angegriffen wurden, so daß erhebliche Schwankungen in den Anfangspotentialen eintraten. Beseitigt wurde dieser Fehler dadurch, daß vorne auf die Kugeln der Elektroden kleine Platinplättchen aufgelötet wurden, die durch die Bromdämpfe nicht verändert wurden, der übrige Teil der Elektroden dagegen mit einer Lackschicht geschützt wurde.

Um die Bromdämpfe bei zwei verschiedenen Tensionen zu erhalten, wurde die Flasche einmal in ein Gefäß voll Wasser von 12,5 °, das andere Mal in eine Kältemischung von — 10 ° gestellt.

Da die beobachteten Werte nicht so gleichmäßig ausfielen wie bei den früheren Messungen mit Luft, wurden mehrere Versuchsreihen an verschiedenen Tagen aufgenommen und von diesen die Mittel festgestellt. In den beiden folgenden Tabellen sind zunächst zwei der Versuchsreihen aufgeführt, um einen Überblick über die erhaltenen Werte zu gewähren.

[1]) G. Bode, Phys. Zeitschr. **6** p. 618. 1905.

Datum 18. V. 09. Thermometer 17,2 °.

p = 0,01 Henry. r = ∼ 2400 Ω.

Entfernung der Elektroden = 10,95 mm.

Temperatur des Bromdampfes = + 12,5 °.

Tension desselben = 12,5 cm.

	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Elektrometer	Galvanometer	Elektrometer	Galvanometer
	65,0	56,9	70,0	69,9
	66,0	71,8	71,0	71,2
	67,0	55,0	72,0	82,2
	67,5	68,2	72,0	82,2
	69,0	63,6	73,0	81,0
Durchschnittl. Ausschlag	66,9	63,1	71,6	77,4
In *V*	11 400	634	11 800	777

Datum 19. V. 09. Thermometer 16,9 °.

p = 0,01 Henry. r = 2400 Ω.

Entfernung der Elektroden = 10,95 mm.

Temperatur des Bromdampfes = — 10 °.

Tension desselben = 3,5 cm.

	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Elektrometer	Galvanometer	Elektrometer	Galvanometer
	37,4	61,1	33,4	77,8
	36,9	62,0	33,8	72,6
	36,0	57,6	34,1	74,2
	38,0	57,3	32,2	82,1
	38,3	60,0	32,3	79,1
Durchschnittl. Ausschlag	37,3	59,6	33,2	77,2
In *V*	8600	598	8100	775

Als Durchschnittswerte wurden aus diesen Versuchsreihen die folgenden Werte für Funken- und Restpotential einer Funkenstrecke in Brom ermittelt.

Temperatur	Tension	Funkenpotent.	Restpotential mit Selbstind.	Restpotential ohne Selbstind.
+ 12,5 °	12,5 cm	11 350 *V*	660 *V*	775 *V*
— 10,0 °	3,5 -	8 300 -	630 -	772 -

Da die Erzielung kleinerer Drucke bzw. Funkenpotentiale als 8000 *V* mit einfachen Kältemischungen nicht möglich war, wurden die Elektroden des Apparates näher aneinander gerückt und dann noch eine Versuchsreihe aufgestellt. Der Abstand der Elektroden wurde hier wie auch sonst mit dem Kathetometer gemessen. Die Durchschnittswerte dieser Messungen stellten sich wie folgt:

Datum 10. VI. 09. Thermometer 22,5 °.
p = 0,01 Henry. r = ∼ 2400 Ω.
Temperatur des Bromdampfes = — 16 °.
Tension desselben = 2,1 cm.
Entfernung der Elektroden = 5,7 mm.

Temperatur	Tension	Funkenpotent.	Restpotential mit Selbstind.	Restpotential ohne Selbstind.
— 16 °	2,1 cm	3500 *V*	495 *V*	570 *V*

Jod.[1])

Da der Siedepunkt des Jodes bei 760 mm Druck erst bei 183 ° liegt, war es nötig, den die Funkenstrecke enthaltenden Apparat während der Dauer der Versuche auf über 60 ° warm zu halten. Hierbei zeigten sich eine Reihe von Schwierigkeiten, indem entweder die Erwärmung keine gleichmäßige war, so

[1]) Arbeiten über Funkenpotentiale, Glimmentladungen usw. in Jod liegen u. a. vor von:
W. Matthies, Ann. d. Phys. **18** p. 473. 1905.
G. Bode, Phys. Zeitschr. **6** p. 618. 1905.

daß sich an den Wänden der Glasröhre festes Jod festsetzte, oder indem die Nähe einer offenen Flamme die Isolation beeinträchtigte. Es war daher nötig, einen anderen Apparat zu bauen, der während der Versuche in ein Bad von flüssigem Paraffin gestellt werden konnte.

Der Apparat selbst ist in Abbildung 5 dargestellt.

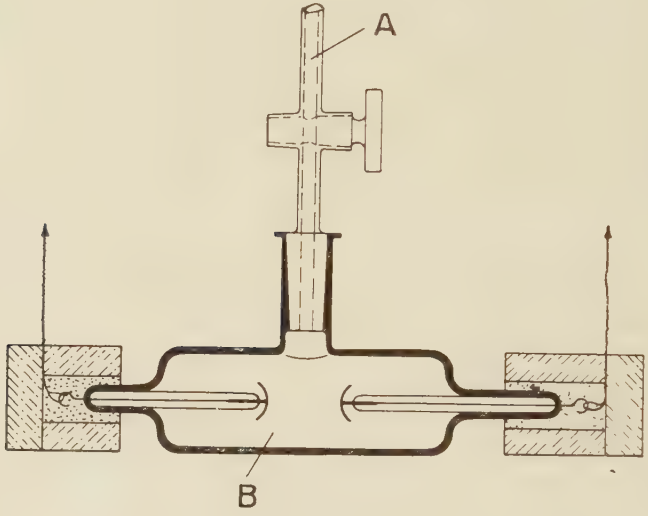


Abbildung 5.

Ein Glasrohr von etwa 41 mm Durchm. ist an den Enden verjüngt. In die Enden sind kleine, dünne Röhrchen eingesetzt, in deren Mitte ein eingeschmolzener Platindraht sich befindet. Im Inneren enden die Platindrähte an zwei mit Gold aufgelöteten Platinblechen, die kugelförmig gewölbt sind und als Elektroden dienen. Außen enden die Platindrähte in Schleifen, an die gewöhnliche blanke Kupferdrähte sich anschließen. Um die Enden des Apparates vor Zerstörung und die feinen Platinschleifen vor dem Abreißen zu schützen, werden auf die Enden Korkstücke aufgesetzt, die innen mit Siegellack aus-

gegossen waren. In der Mitte trägt der Apparat einen Ansatz mit einem konischen Schliff. Das Paßstück hierfür hat einen einfachen Hahn.

Dieser Apparat wurde mit einigen Stücken von festem Jod versehen und dann evakuiert. Darauf wurde er in eine Wanne voll flüssigem Paraffin getaucht. Die Temperatur des Bades wurde während der Dauer der Versuche möglichst gleichmäßig erhalten.

Die Messungen konnten beim Jod nur für kleinere Anfangspotentiale vorgenommen werden, da schon bei 5000 bis 6000 *V* Spannungen Büschelentladungen eintraten, und daher die Elektrisiermaschine übermäßig schnell gedreht werden mußte, um überhaupt auf höhere Spannungen heraufzukommen.

Es ist zunächst wieder eine Versuchsreihe ausführlich angegeben. In der nächsten Tabelle sind dann die Durchschnittswerte für verschiedene Tensionen angegeben, da die ausführliche Aufführung der zahlreichen einzelnen Ziffern zu weit führen würde.

Datum 21. VI. 09. Thermometer 24 °.

$p = 0{,}01$ Henry. $r = 2400\ \Omega$.

Entfernung der Elektroden = 13,8 mm.

Temperatur des Joddampfes = 60 °. Tension desselben = 5,1 cm.

	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Elektrometer	Galvanometer	Elektrometer	Galvanometer
	4,0	75,8	3,8	90,2
	5,1	73,5	3,6	92,2
	4,5	76,2	2,8	92,6
	5,4	71,2	3,9	86,2
	5,6	74,8	5,3	93,5
Durchschnittl. Ausschlag	4,9	74,3	3,9	90,9
In *V*	3100	746	2800	912

Durchschnittswerte für eine Funkenstrecke in Joddämpfen.

Entfernung der Elektroden = 13,8 mm.
Temperatur des Joddampfes (erste Reihe).
Tension des Joddampfes (zweite Reihe).

Temperatur	Tension	Funkenpotent.	Restpotentiale mit Selbstind.	Restpotentiale ohne Selbstind
60°	0,51 cm	2900 *V*	746 *V*	912 *V*
65°	0,69 -	3400 -	770 -	950 -
90°	2,7 -	5000 -	905 -	1030 -

Da die elektrischen Verhältnisse der Funkenentladungen, sobald die Funkenstrecke in ein geschlossenes Gefäß eingeschlossen ist, von der Form und Größe des Gefäßes abhängen, so sind im nachstehenden noch einige Versuche mit verdünnter Luft in demselben Gefäß angegeben, die in der Tat wesentlich von den früheren abweichen, wobei aber berücksichtigt werden muß, daß auch das Material und die Form der Elektroden und vor allem die Funkenlängen erheblich andere waren, als bei dem ersten Versuche. Es ergaben sich diesmal folgende Werte:

Datum 24. VI. 09. Thermometer 25°.
Entfernung der Elektroden = 13,8 mm.

Grad der Verdünnung	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Anfangspotent.	Restpotential	Anfangspotent.	Restpotential
5 cm	3500 *V*	705 *V*	3540 *V*	845 *V*
7 -	4260 -	875 -	4290 -	960 -
11 -	5460 -	970 -	5460 -	1080 -

Chlor.[1])

Die Entwicklung des Chlorgases fand in folgender Weise statt.[2]) In einer Kolbenflasche befand sich etwas übermangansaures Kali. Durch den Gummistöpsel dieser Flasche reichte ein unten in eine Spitze ausgezogenes Glasrohr, das oberhalb des Korkens eine Erweiterung und einen Hahn besaß. In der Erweiterung befand sich Salzsäure, die langsam auf das übermangansaure Kali tropfte. Das hierbei sich entwickelnde Chlor wurde gewaschen mit H_2SO_4 und mit Phosphorpentoxyd getrocknet.

Unterhalb des Zylinders, in dem die Schale mit Phosphorpentoxyd aufgestellt war, verzweigte sich die Leitung. Der eine Zweig führte unter Zwischenschaltung eines Hahnes zu dem Apparat, in dem sich die Funkenstrecke befindet. Das den Zylinder durchströmende Gas gelangt dann in eine mit einer Lösung von Natriumthiosulfat zum Teil angefüllte Flasche. Das in die Kolbenflasche leitende Rohr reicht bis etwas unter die Oberfläche der $Na_2S_2O_3$-Lösung. Oberhalb der Flüssigkeit endigt ein weiteres Rohr, das an eine Wasserstrahlpumpe angeschlossen ist.

Es wird nun zunächst der Hahn für die Salzsäure geschlossen und dann längere Zeit evakuiert. Darauf wird die Salzsäure langsam zugelassen solange, bis die Chlordämpfe sich überall hin ausgebreitet haben. Damit das Chlor nicht unmittelbar in die Wasserstrahlpumpe gelangen kann, wird es von der $Na_2S_2O_3$-Lösung aufgenommen. Um etwa von der $Na_2S_2O_3$-Lösung

[1]) Arbeiten über Funkenpotentiale, Glimmentladungen usw. in Chlor liegen vor:

G. Bode, Phys. Zeitschr. **6** p. 618. 1905.

Ritter, Ann. d. Phys. **14** p. 118. 1904.

W. Matthies, Ann. d. Phys. **18** p. 473. 1905.

[2]) Für die Apparate und die Anweisung zu ihrer Handhabung bin ich Herrn Professor Kümmel zu Dank verpflichtet.

aufsteigende Feuchtigkeit fern zu halten, war die Schale mit P_2O_5 in der Röhre aufgestellt.

Auch bei den Versuchen mit Chlor zeigten sich ähnlich wie bei den anderen Halogenen bereits bei verhältnismäßig niedrigen Spannungen Büschelentladungen, wodurch das Messen der Restpotentiale nur für Spannungen von etwa 4000 *V* möglich war. Zur Bestimmung des Druckes vom Chlor in der Funkenstrecke wurde zunächst das Volumen des Apparates ausgemessen. Sein Inhalt betrug 128 ccm. Darauf wurde eine Flasche von 750 ccm Inhalt (mit der nötigen Schlauchleitung gemessen) genommen und jedesmal bis auf etwa 2 cm Druck evakuiert. Diese Flasche wurde dann an den Funkenapparat angeschlossen, so daß sich der neue Druck p_z ergab zu

$$p_z = \frac{p_1 x + p_2 y}{(x + y)}$$

wenn p_1 den ursprünglichen Druck in dem Funkenapparat, p_2 den Druck in der Flasche darstellte und x das Volumen des Funkenapparates und y das Volumen der Flasche bedeutete. Die verschiedenen Drucke ergaben sich auf diese Art zu 12,8 cm bzw. 2,8, 2,0, 1,8 cm. Im folgenden sei zunächst wieder eine Versuchsreihe angegeben:

Datum 20. VII. 09. Temperatur 24,5 °. Tension 12,8 cm. Entfernung der Elektroden = 13,8 mm.

	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Elektrometer	Galvanometer	Elektrometer	Galvanometer
	12,0	102,2	14,5	114,2
	15,1	97,3	13,2	106,9
	13,3	100,3	15,1	106,4
	17,1	99,8	15,0	97,5
	16,5	100,5	21,5	109,0
Durchschnittl. Ausschlag	14,8	100,0	15,86	106,8
Werte in *V*	3850	1010	3990	1075

Als Durchschnittswerte für eine Funkenstrecke in Chlordämpfen ergibt sich folgende Tabelle:

Datum 20. VII. 09. Temperatur 24,5 °.

Entfernung der Elektroden = 13,8 mm.

Grad der Verdünnung	Mit Selbstinduktion		Ohne Selbstinduktion	
	Anfangspotent.	Restpotential	Anfangspotent.	Restpotential
12,8 cm	3850 *V*	1010 *V*	3990 *V*	1075 *V*
2,8 -	3330 -	980 -	3120 -	1060 -
2,0 -	2690 -	930 -	2570 -	985 -
1,8 -	2380 -	905 -	2480 -	950 -

§ 5.

Vergleichung der Resultate.

Durch die folgenden Schaubilder sind die bei den Versuchen gefundenen Werte graphisch dargestellt. Auf der Abszissenachse sind jedesmal entweder die Länge der Funkenstrecke in Millimeter oder die Tension des Gases, in dem die Elektroden sich befinden, aufgetragen. Die Ordinatenachse dagegen enthält die Werte der Restpotentiale in Volt und zwar mit und ohne Selbstinduktion (untere und obere Kurve).

Die Kurven zeigen im allgemeinen eine ziemliche Stetigkeit. Auf dem Schaubild 1 erkennt man deutlich, daß die Werte für eine Funkenstrecke von 4 mm nicht mehr richtig sein dürften. Die Kurve wird vielmehr wahrscheinlich einen Verlauf nehmen in der Richtung der punktierten Linie. Besonders beachtenswert ist der geradlinige Verlauf der Werte für Luft bei verschiedenen Verdünnungen in den Schaubildern 2 und 3. In dem Diagramm 4 sind die Schaubilder für Luft vereinigt und zwar derart, daß auf die verschiedenen Längen der Funken-

strecken keine Rücksicht genommen worden ist. Die hieraus sich ergebende Kurve ist daher für die effektiven Werte nicht ohne weiteres verwendbar, zeigt aber den Verlauf der aufeinanderfolgenden Werte für die Restpotentiale in anschaulicher Weise. Schaubild 5 zeigt den Verlauf der Restpotentiale für verdünnte Luft bei einer Funkenstrecke nach Abbildung 5.

Um nun die Werte für die Funkenstrecken in Brom, Jod und Chlor mit denen für Luft vergleichen zu können, ist in den Diagrammen 6, 7 und 8 jedesmal der Teil der Kurve für Luft gestrichelt mit eingezeichnet worden, der einer Funkenstrecke von gleicher Länge und einer annähernd gleichen Tension entsprechen würde. Bei den Schaubildern für Jod und Chlor war es nötig, die Werte für die Restpotentiale der gleichen Luftstrecken zu extrapolieren, was aber bei dem stetigen Verlauf der betreffenden Kurve wohl zu Bedenken keine Veranlassung geben dürfte. Es ergibt sich hieraus der Schluß, daß die Restpotentiale für Funkenstrecken in den Gasen der Halogenen größer sind als für Luftstrecken und zwar annähernd in einem Verhältnis, das die folgende Tabelle zeigt:

	Tension	Selbstinduktion	
		mit	ohne
Brom / Luft	3 cm	1 : 1,5	1 : 1,55
	8 -	1 : 1,4	1 : 1,4
	13 -	1 : 1,2	1 : 1,3
Jod / Luft	1 -	1 : 3,2	1 : 2,1
	2 -	1 : 2,4	1 : 1,75
	3 -	1 : 2,0	1 : 1,45
Chlor / Luft	5 -	1 : 1,4	1 : 1,25
	7 -	1 : 1,15	1 : 1,1
	11 -	1 : 1,05	1 : 1,0

Um auch einen Überblick über die Größen der Verhältnisse der Restpotentiale zu den Anfangspotentialen, die für die

Funkendämpfung bestimmend sind,[1]) zu gewinnen, sind in den folgenden Tabellen die Restpotentiale in Prozenten der Anfangspotentiale angegeben.

Atmosphärische Luft.

Funkenstrecke	Selbstinduktion mit	Selbstinduktion ohne
1 mm	6,3 %	8,5 %
2 -	4,4 -	5,6 -
3 -	4,3 -	5 -
3,5 -	4,3 -	5 -

Verdünnte Luft.
Funkenstrecke 11 mm.

Tension	Selbstinduktion mit	Selbstinduktion ohne
3 cm	12,2 %	11,2 %
7 -	7,4 -	9,6 -
11 -	7,3 -	7,6 -
15 -	7,4 -	7,2 -

Verdünnte Luft.
Funkenstrecke 5,7 mm.

Tension	Selbstinduktion mit	Selbstinduktion ohne
20 cm	10,0 %	11,7 %
25 -	8,9 -	10,3 -
30 -	8,2 -	9,2 -
35 -	7,4 -	7,9 -
40 -	7,0 -	7,3 -
45 -	6,2 -	6,9 -

[1]) Vergl. A. Heydweiller, Ann. d. Phys. **19** p 649. 1906.

Brom.

Tension	Selbstinduktion	
	mit	ohne
3,5 cm	7,6 %	9,8 %
12,5 -	5,8 -	6,8 -

Jod.

Tension	Selbstinduktion	
	mit	ohne
5 cm	20,0 %	24,0 %
7 -	20,5 -	22,5 -
11 -	17,9 -	19,9 -

Chlor.

Tension	Selbstinduktion	
	mit	ohne
1,8 cm	38,0 %	38,5 %
2,0 -	34,5 -	38,0 -
2,8 -	29,5 -	35,0 -
12,8 -	26,5 -	27,0 -

Aus diesen Tabellen ist zunächst eine sehr starke Steigerung der Prozentzahlen in der Reihenfolge: Brom, Jod, Chlor zu erkennen. Bemerkenswert ist ferner, daß die Prozentzahlen immer mit steigendem Drucke abnehmen. Im allgemeinen zeigt sich bei allen untersuchten Gasen eine Erscheinung, auf die noch weiterhin näher eingegangen werden soll, nämlich, daß der Unterschied der Restpotentiale mit und ohne Selbstinduktion mit steigendem Drucke sich verringert.

Zu einem ganz ähnlichen Schluß kommt man auch bei Betrachtung der Tabellen auf Seite 28. Diese Zusammenstellung läßt nämlich erkennen, daß das Verhältnis der Restpotentiale

bei allen drei Gasen zu den Restpotentialen bei Luft mit zunehmendem Drucke abnimmt. Die gefundenen Verhältniszahlen berechtigen zu der Annahme, daß bei höheren Tensionen die Werte der Restpotentiale einer Funkenstrecke mit aperiodischer Entladung wenig von dem Gase beeinflußt werden, in dem sich die Funkenstrecke befindet.

Um den Einfluß der Selbstinduktion in dem Schwingungskreise zu ermitteln, wurden sämtliche Messungen zweimal vorgenommen, und zwar das eine Mal mit einer Selbstinduktion von 1 Henry, das andere Mal mit einer sehr geringen Selbstinduktion. Die Bedingung dieser Untersuchungen, daß die Entladungen aperiodische sein sollten, wurde durch die Fortlassung der Selbstinduktionsspule nicht geändert, wie aus der Formel

$$r \geq 2\sqrt{\frac{p}{c}}$$

ersichtlich ist. Schwingungen treten erst auf, wenn r kleiner als $2\sqrt{\frac{p}{c}}$ wird. In den folgenden Zusammenstellungen sind die Verhältniszahlen für die Restpotentiale mit und ohne Selbstinduktionsspule bei sonst unverändertem Schwingungskreis und unveränderter Funkenstrecke aufgestellt.

1. Funkenstrecke in atmosphärischer Luft.

Funkenstrecke	Restpotentiale mit Selbstinduktion : ohne
1 mm	1 : 1,35
2 -	1 : 1,125
3 -	1 : 1,15

2. Funkenstrecke in verdünnter Luft.
Entfernung der Elektroden = 11 mm.

Druck	Restpotentiale mit Selbstinduktion - ohne -
3 cm	1 : 1,15
7 -	1 : 1,15
11 -	1 : 1,1
15 -	1 : 1,1

3. Funkenstrecke in verdünnter Luft.
Entfernung der Elektroden = 5,7 mm.

Druck	Restpotentiale mit Selbstinduktion - ohne -
20 cm	1 : 1,15
30 -	1 : 1,1
40 -	1 : 1,1
50 -	1 : 1,05

4. Funkenstrecke in Bromdampf.

Druck	Restpotentiale mit Selbstinduktion - ohne -
3 cm	1 : 1,2
8 -	1 : 1,2
13 -	1 : 1,15

5. Funkenstrecke in Jod.

Druck	Restpotentiale mit Selbstinduktion - ohne -
1 cm	1 : 1,2
2 -	1 : 1,15
3 -	1 : 1,15

6. Funkenstrecke in Chlor.

Druck	Restpotentiale mit Selbstinduktion - ohne -
5 cm	1 : 1,1
7 -	1 : 1,05
11 -	1 : 1,05

Auch hier tritt uns eine ähnliche Erscheinung wie beim Vergleichen von Funkenstrecken in verschiedenen Gasen entgegen. Bei steigenden Drucken bzw. bei höheren Entladungspotentialen nimmt der Einfluß der Selbstinduktionsspule im Schwingungskreis ab.

Bei allen Versuchen zeigte sich, daß die Einschaltung von Selbstinduktion in den Schwingungskreis die Restpotentiale verringerte. Diese Erscheinung läßt sich unschwer aus der Formel des Dämpfungsfaktors erkennen. Die Dämpfung eines Schwingungskreises hängt nämlich in erster Linie von dem Werte

$$e^{-\frac{r}{2p}t}$$

ab. Die Dämpfung wird daher durch Einschaltung von Selbstinduktion verkleinert und die Maximalintensität der Entladung vergrößert. Diese Vergrößerung der Maximalintensität bedingt aber eine Veränderung der Funkenstrecke, wie daraus hervorgeht, daß beim Einschalten von Selbstinduktion auch die Luftlinien gegenüber den Metallinien der Elektroden in den Funkenspektren bei Kondensatorentladungen zurücktreten. Es werden also reichlicher Metalldämpfe entwickelt

und zweifellos dadurch die Funkenkonstanten und mit ihnen die Restpotentiale verkleinert.[1])

§ 6.

Zusammenfassung.

1. Es wurde eine einfache und billige Konstruktion eines Luftkondensator von ziemlicher Kapazität ($6{,}5 \cdot 10^{-3}$ Mfarad) und dielektrischer Festigkeit (19 000 Volt) beschrieben. § 2.

2. Es wurden die der Funkenkonstanten a nahe gleichen Restpotentiale bestimmt:

a) für atmosphärische Luft bei 1—3,5 mm Funkenlänge;

b) für Luft von 20—45 cm Quecksilberdruck bei 5,7 mm Funkenlänge;

c) für Luft von 3—15 cm Hg-Druck bei 11 mm Funkenlänge (§ 3);

d) für Luft von 5—11 cm Hg-Druck bei 13,8 mm Funkenlänge (§ 4);

e) für Brom von 3,5 und 12 cm Hg-Druck bei 11 mm Funkenlänge;

f) für Brom von 2,1 cm Hg-Druck bei 5,7 mm Funkenlänge;

g) für Jod von 5—11 cm Hg-Druck bei 13,8 mm Funkenlänge;

---

[1]) A. Battelli u. Magri, Rend. Linc. **17**[I] p. 391. 1908.
— — Beibl. Ann. d. Phys. **32** p. 996. 1908.
G. A. Hemsalech, Diss. Paris, 1901.
— — C. R. **129** p. 285. 1899.
— — C. R. **132** p. 959. 1901.
— — C. R. **148** p. 773. 1909.
A. Schuster u. G. A. Hemsalech, Phil. Trans. **193**[A] p. 189. 1900.
B. Walter, Ann. d. Phys. **21** p. 223. 1906.
G. Berndt, Diss. Halle, 1901.

h) für Chlor von 1,8—12,8 cm Hg-Druck bei 13,8 mm Funkenlänge.

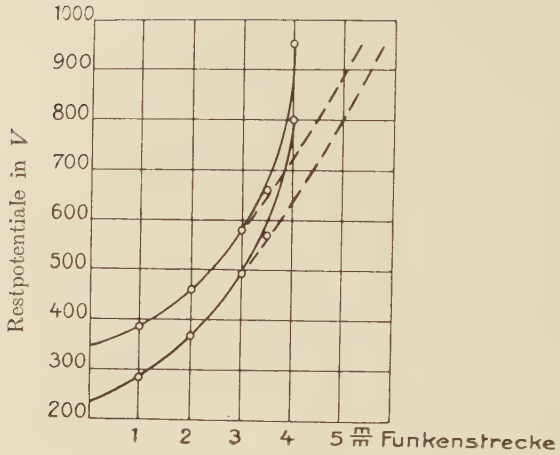
3. Es zeigt sich, daß die Restpotentiale im Verhältnis zu den Entladungspotentialen und damit auch die Funkendämpfung am kleinsten sind in atmosphärischer Luft, und hier, wie das auch an anderen Versuchen schon bekannt ist, mit zunehmender Funkenstrecke (innerhalb der Versuchsgrenzen) abnehmen.

Mit abnehmendem Luftdruck wird die Funkendämpfung größer. Dasselbe Verhalten zeigen die Halogendämpfe.

Bezogen auf Luft von gleichem Druck ist die Funkendämpfung kleiner bei Br-Dampf, bedeutend größer bei J-Dampf und noch mehr bei Cl-Gas.

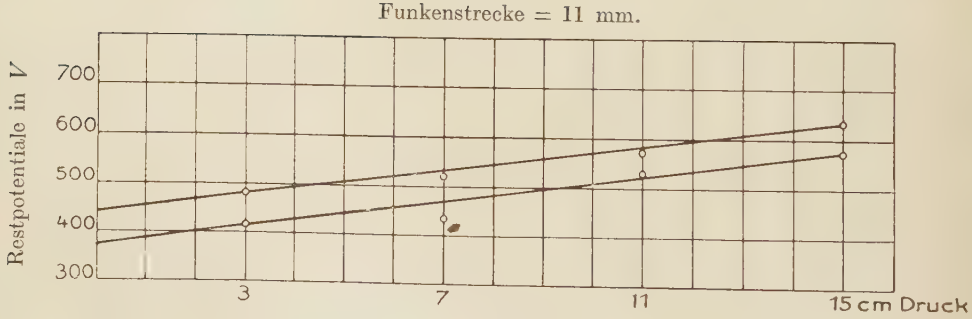
4. Der Einfluß der Selbstinduktion (bei unverändertem Widerstand) äußert sich darin, daß die mit zunehmender Selbstinduktion vergrößerte Maximalintensität eine reichlichere Entwickelung von Metalldämpfen aus den Elektroden ergibt und dadurch die Funkendämpfung verkleinert. Bei größeren Funkenstrecken und geringen Gasdrucken tritt dieser Einfluß zurück.

Rostock, Physikalisches Institut der Universität.



Atmosphärische Luft.

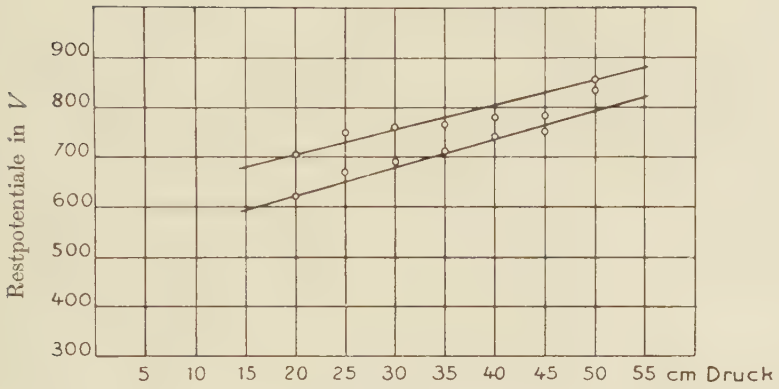
Schaubild Nr. 1.



Verdünnte Luft.

Schaubild Nr. 2.

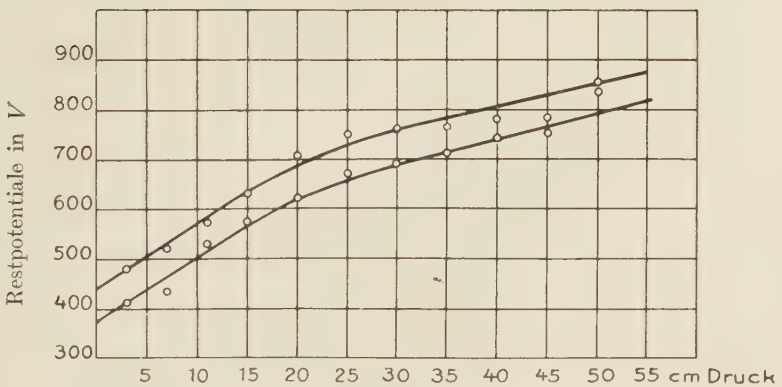
Funkenstrecke = 5,7 mm.



Verdünnte Luft.

Schaubild Nr. 3.

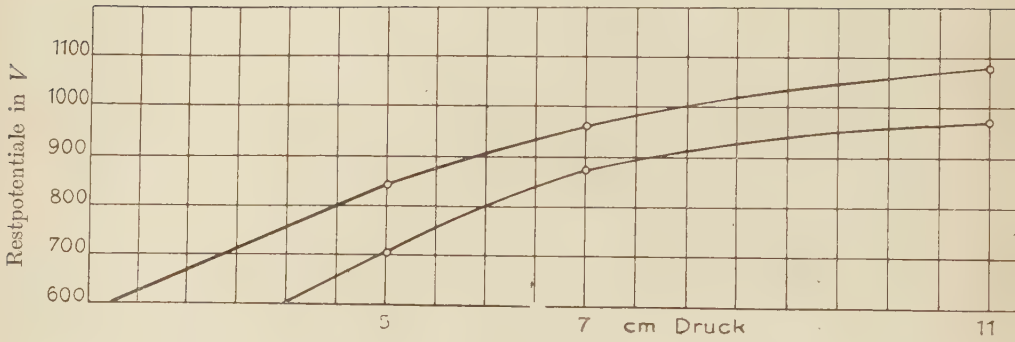
Funkenstrecken = 5,7 und 11 mm.



Verdünnte Luft.

Schaubild Nr. 4.

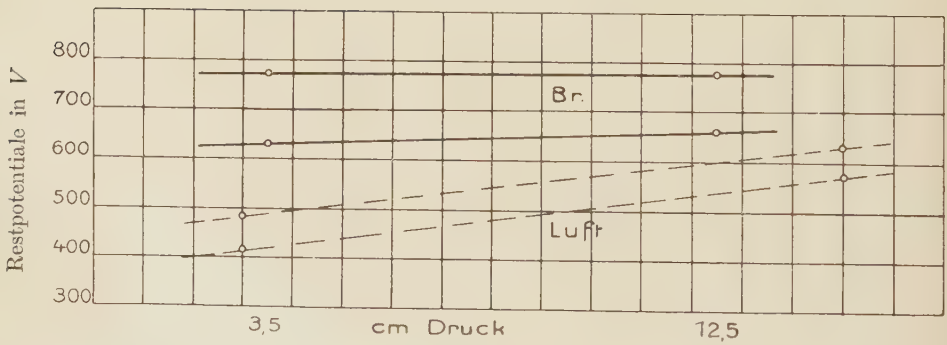
Funkenstrecke = 13.8 mm.



Verdünnte Luft.

Schaubild Nr. 5.

Funkenstrecke = 11 mm.



Bromdampf.

Schaubild Nr. 6.

Funkenstrecke = 13,8 mm.

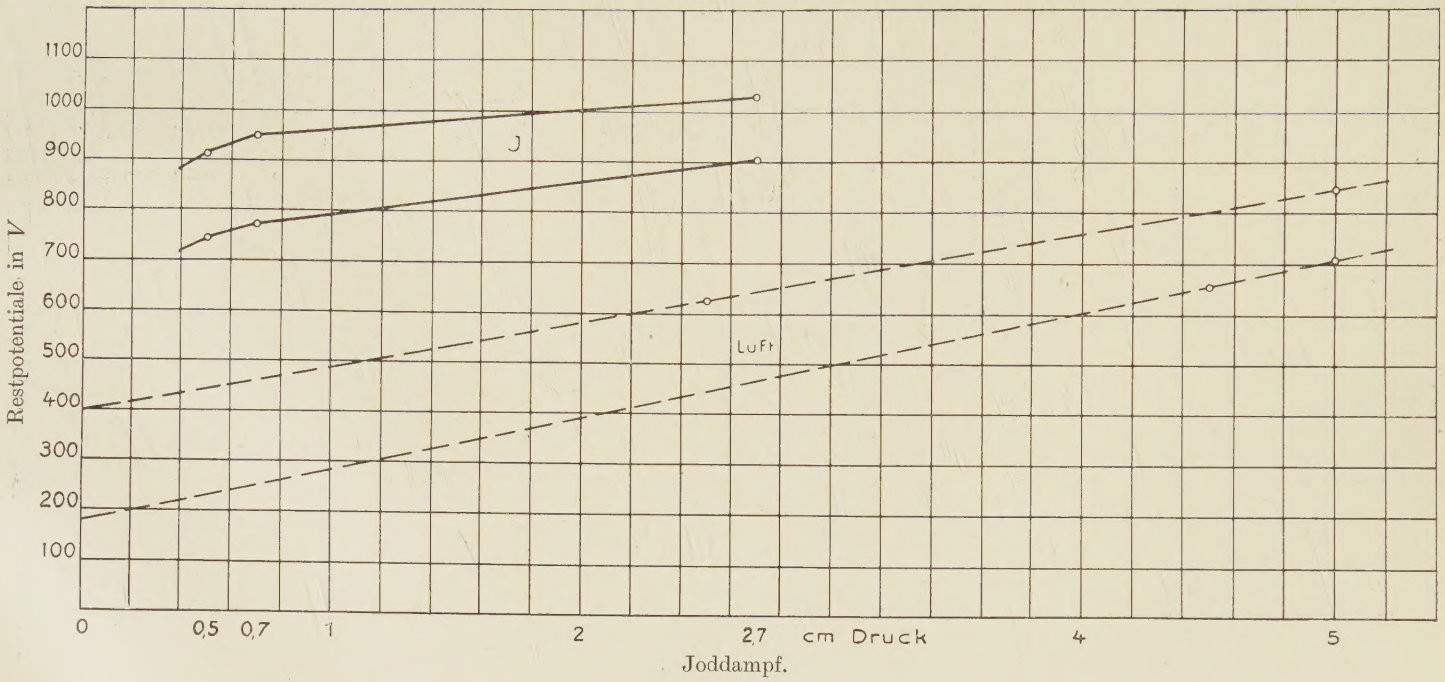


Schaubild Nr. 7.

Funkenstrecke = 13,8 mm.

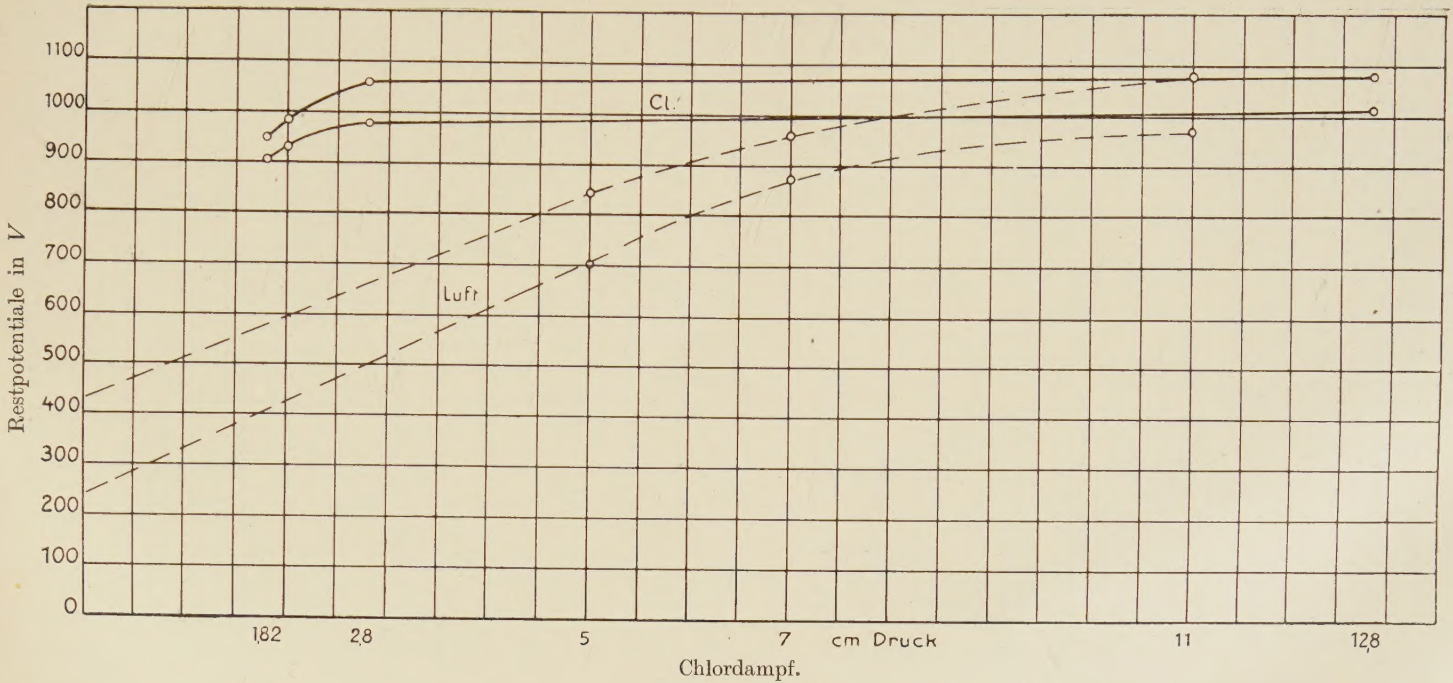


Schaubild Nr. 8.

Die vorliegende Arbeit wurde im physikalischen Institut der Universität zu Rostock angefertigt, sie wurde begonnen im Wintersemester 1908/09 und beendigt im Sommersemester 1910. Meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. A. Heydweiller, spreche ich auch an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank aus für die Anregung zu dieser Arbeit und für die wertvolle Unterstützung bei den Versuchen und bei der Anfertigung der Arbeit.

Lebenslauf.

Ich, Ernst Valentin, wurde am 18. September 1874 zu Berlin als Sohn des Kaufmanns Heinrich Valentin geboren. Nach Ablegung der Reifeprüfung des Königstädtischen Gymnasium zu Berlin studierte ich an den Technischen Hochschulen zu Charlottenburg und München Maschinenbaufach und arbeitete dann bei der Kgl. Preußischen Eisenbahn-Verwaltung bzw. der Firma Ludwig Löwe & Co. Hierauf ging ich nach dem Auslande und war während etwa 5 Jahren in den Vereinigten Staaten von Nordamerika, Belgien, Frankreich, China und anderen Ländern als Ingenieur tätig. Bei meiner Rückkehr nach Deutschland trat ich als Oberingenieur in die Dienste der Großindustrie, unter anderem der Siemens-Schuckert-Werke. Ich gab dann meine Stellung auf, um an den Universitäten Berlin und Rostock Physik zu studieren.